

SPUTTERING DEVICE**Publication number:** JP10083960**Publication date:** 1998-03-31**Inventor:** KYONO TAKASHI**Applicant:** NIPPON ELECTRIC CO**Classification:**

- international: C23C14/50; H01L21/203; H01L21/68; H01L21/683;
C23C14/50; H01L21/02; H01L21/67; (IPC1-7):
H01L21/203; C23C14/50; H01L21/68

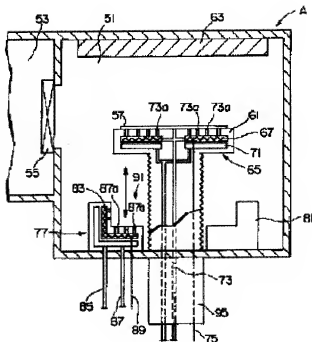
- European:**Application number:** JP19960235646 19960905**Priority number(s):** JP19960235646 19960905

Report a data error here

Abstract of JP10083960

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a sputtering device equipped with a heating/cooling mechanism which is capable of shortening a holder temperature switching time and stably keeping a substrate holder at a set temperature in each process carried out under different conditions in a sputtering process where a first processing condition is changed to a second processing condition.

SOLUTION: An auxiliary block 81 where a second heating/cooling mechanism 77 used for heating/cooling a substrate holder 61 is built in is provided under a substrate holder 61 surrounding it inside a sputtering chamber 51. A heating gas pipe 87 is provided as the second heating/cooling mechanism 77 to the auxiliary block 81, and heat is transferred between the auxiliary block 81 and the substrate holder 61 through the intermediary of gas as heat transfer medium.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

特開平10-83960

(43)公開日 平成10年(1998)3月31日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/203			H 0 1 L 21/203	S
C 2 3 C 14/50			C 2 3 C 14/50	E
H 0 1 L 21/68			H 0 1 L 21/68	N

審査請求 有 請求項の数4 ○ L (全 7 頁)

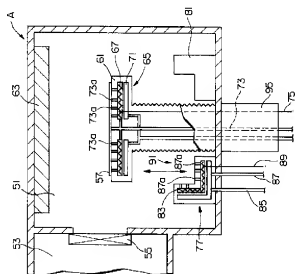
(21)出願番号	特願平8-235646	(71)出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22)出願日	平成8年(1996)9月5日	(72)発明者	京野 敬 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社社内
		(74)代理人	弁理士 高橋 詔男 (外5名)

(54)【発明の名称】 スパッタリング装置

(57)【要約】

【課題】 スパッタリングプロセスにおいて、第1のプロセス条件から第2のプロセス条件に移行する際に、温度条件を変化させる必要がある場合に、プロセス条件毎のホルダー温度切り替え時間を短縮するとともに、設定温度を安定して維持できる加熱・冷却機構を備えたスパッタリング装置を提供する。

【解決手段】 スパッタリング室51内の基板ホルダー61の下方には、基板ホルダー61を加熱・冷却するための第2の加熱・冷却機構77を内蔵した補助ブロック81が基板ホルダー61を囲むように設けられている。この補助ブロック81には、加熱・冷却機構77として、加熱用ガス配管87が設けられ、補助ブロック81の熱を、ガスを熱媒体として基板ホルダー61に伝える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板を保持する基板ホルダーと、該基板ホルダーに保持された半導体基板に対向して配置され、該半導体基板に成膜すべき物質を放出するターゲットと、該半導体基板を保持する前記基板ホルダーと前記ターゲットとを収納する真空処理室とを備えてなるスパッタリング装置において、前記基板ホルダーには、該基板ホルダーに保持された前記半導体基板の温度を調節するための第1の加熱・冷却機構が設けられるとともに、該基板ホルダーの近傍には、該基板ホルダーの温度を調節するための第2の加熱・冷却機構を内蔵した補助ブロックが設けられ、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとは、これらを相対移動可能にする駆動機構により、接触及び離間可能に設けられていることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項2】 請求項1記載のスパッタリング装置において、

前記補助ブロックと前記基板ホルダーとを接触させた際には、該補助ブロックは、該基板ホルダーを囲むように該基板ホルダーを収納するとともに、前記補助ブロックには、前記基板ホルダーが離間する方向に開口部が形成されてなり、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとが離間した際には、

前記基板ホルダーは、前記ターゲットと対向して位置し、スパッタリング可能となることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項3】 請求項1または2記載のスパッタリング装置において、前記補助ブロックには、該補助ブロックの熱を、ガスを熱媒体として前記基板ホルダーに伝えるガス伝熱機構が備えられていることを特徴とするスパッタリング装置。

【請求項4】 請求項2または3記載のスパッタリング装置において、該スパッタリング装置内には、前記開口部を開閉自在に開塞する第2の補助ブロックが設けられてなり、該第2の補助ブロックには、該第2の補助ブロックを加熱・冷却するための、第3の加熱・冷却機構と、該第2の補助ブロックの熱を、ガスを熱媒体として前記基板ホルダーに伝える第2の伝熱機構と、が備えられていることを特徴とするスパッタリング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体基板に金属や絶縁物などの薄膜を成膜するスパッタリング装置に関し、特にスパッタリング中に半導体基板の温度を制御する基板温度制御機構を備えたスパッタリング装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の高集積化に伴い、半導体製造工程におけるスパッタリングプロセスでは、成膜品質の向上と安定化のために、半導体基板の温度を高精度に制御することが要求されてきている。

【0003】一般に、スパッタリング装置には、基板温度を制御する加熱機構が設けられている。この加熱機構に関しては、これまでにも、生産性向上の観点から昇温・降温速度を速めたり、温度分布の精度の向上による膜質改善等の種々の改良が提案されてきた。

【0004】図4は、従来からよく使われてきた基板加熱機構を備えたスパッタリング装置の一例を示したものである。この例は、特開昭62-35517号公報に開示されたものである。

【0005】この図に示すように、スパッタリング装置1は、概略、スパッタリング室3と、これとゲートバルブ5を介して連結された搬送室7とからなっている。スパッタリング室3にはカソード9と、公転機構11とが設けられ、公転機構11に保持された基板ホルダー15には、半導体基板17が取り付けられるようになっている。スパッタリング室3内には、基板17を加熱するための基板加熱機構（加熱用ランプ）21と、公転機構11の内側に設けられた冷却機構23が備えられている。

【0006】この冷却機構23は、図4に示す矢印方向に移動して、この冷却機構を構成する冷却部材23aと半導体基板17の裏面とを接触させて熱を吸収し、基板17を冷却する。上記の冷却機構23は、半導体基板17上に、高い温度でのスパッタリング成膜を行った後に、低い温度での成膜を行う際に、より短時間で低い温度での成膜を開始できるようにしたものである。

【0007】このスパッタリング装置1の動作を次に示す。まず、スパッタリング室3内に搬送された、室温と同等の温度の半導体基板17を、公転機構11により図4のAの位置からBの位置に回転移動させ、加熱ランプ21で半導体基板17を、例えば400℃に加熱する。

【0008】次に、半導体基板17をCの位置に移動させ、カソード9に対向して第1の成膜を行う。第1の成膜が終了すると、公転機構11の回転により、Dの位置に半導体基板17が位置決めされ、冷却機構23の冷却部材23aが、基板ホルダー15の方向に移動して、半導体基板17が冷却され、400℃から第2の成膜処理に必要な温度、例えば100℃に冷却される。そして、カソード9に対向するように移動し、Dの位置において第2の成膜を行う。

【0009】このような従来型の基板加熱機構21を備えたスパッタリング装置1においては、基板加熱機構21とスパッタリング機構とが別の場所に独立して備えられているため、スパッタリングと加熱とを同時に行うことができない。従って、スパッタリング中には、基板17の温度制御ができず、プラズマから受ける熱エネルギーの影響により、スパッタリングプロセス中に温度変化が

生じ、膜質の再現性に乏しいという問題点が従来から指摘されていた。

【0010】また、公転機構11を設ける必要があるため、スペース効率という点においても問題があり、装置の小型化の妨げともなっていた。一方、膜質の再現性という問題点を解決するために、ガス加熱機構を備えたスパッタリング装置も提案されている。

【0011】図5に、ガス加熱機構を備えたスパッタリング装置の概略を示す。尚、このスパッタリング装置において、図4と同一部分については同一符号を付して、その説明を省略する。この装置において、図4に示したスパッタリング装置と異なる点は、基板ホルダー15の温度は、内蔵された熱電対31によってモニタされており、予め設定された設定温度になるように昇温及び降温がされる点である。

【0012】昇温の場合には、基板ホルダー15に内蔵されたヒータ33により加熱し、降温の場合には、ヒータ33のパワーをオフし、基板ホルダー15に内蔵された冷却水配管35から導入される冷却水の熱伝導により冷却する。

【0013】基板ホルダー15が設定温度で安定した後、半導体基板17は、搬送室7からスパッタリング室3のカソード9に対向する基板ホルダー15へ移載される。基板ホルダー15に保持された半導体基板17は、ヒータ33により加熱され、加熱用ガス導入管37により運ばれた加熱用ガスを熱媒体として、半導体基板17に伝達される。加熱用ガス導入管37は、その先端部において複数のガス管37a、37b、…に枝分かれしている。

【0014】スパッタリング中のプラズマから受ける熱は、基板ホルダー15に取り付けられた熱電対31によりモニタされ、ヒータ33のパワーの制御と、冷却水の冷却機構により熱交換して基板の実際の温度を制御している。このような、ガス加熱機構により、スパッタ中の基板温度を精度良く安定させることが可能となった。

【0015】しかしながら、このスパッタリング装置においては、基板ホルダー15とその温度制御機構（ヒータ33、冷却水35、熱電対31、加熱ガス37）とは一体であるため、スパッタリングプロセスの温度条件を切り替える必要がある場合には、次のプロセスの温度に基板ホルダー15の温度を切り替え、安定させるまでに時間がかりすぎ、スパッタリング装置の基板処理能力を低下させるという問題点が依然として存在している。

【0016】これは、基板ホルダー15と加熱機構及び冷却機構とが一体であり、従って、その加熱・冷却能力とホルダーの熱容量との比較において、もし加熱・冷却能力を高しすぎると、ホルダーの温度を安定して一定に保つことが困難となり、一方、ホルダーの熱容量を大きくしすぎると、加熱・冷却を行って一定温度に到達するまでにかかる時間が長くなりすぎるからである。従って、その意味では、このガス加熱機構も技術的な解決手

段とはなっていないのが現状であった。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】すなわち、図4に示す例では、スパッタリングプロセス中に、基板温度が変化してしまうという問題点がある。従って、スパッタリング中の温度を安定化して、スパッタ膜の膜質の良好に保つということが課題となっている。また、基板の公転機構を必要とするため、スペース効率が悪くなるという問題点に対して、スペース効率の向上という課題もある。

【0018】一方、図5に示す例では、プロセス条件（設定温度）を変化させて、次のスパッタリングを行うまでの、待ち時間の短縮が課題となっていた。

【0019】本発明のスパッタリング装置においては、以上の課題に鑑み、プロセス条件毎のホルダー温度切り替え時間を短縮するとともに、設定温度を安定して維持できる加熱・冷却機構を備え、かつスペース効率も良好なスパッタリング装置の提供を目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】以上に述べた課題を解決するために、本発明のスパッタリング装置では、次のような手段を講じた。すなわち、請求項1記載のスパッタリング装置においては、半導体基板を保持する基板ホルダーと、該基板ホルダーに保持された半導体基板に対向して配置され、該半導体基板に成膜すべき物質を放出するターゲットと、該半導体基板を保持する前記基板ホルダーと前記ターゲットとを収納する真空処理室とを備え、なるスパッタリング装置において、前記基板ホルダーには、該基板ホルダーに保持された前記半導体基板の温度を調節するための第1の加熱・冷却機構が設けられるとともに、該基板ホルダーの近傍には、該基板ホルダーの温度を調節するための第2の加熱・冷却機構を内蔵した補助ブロックが設けられ、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとは、これらを相対移動可能にする駆動機構により、接触及び離間可能に設けられていることを特徴とする。

【0021】このようなスパッタリング装置においては、スパッタリング時には前記基板ホルダーと前記補助ブロックとを離間させた状態にしておき、この状態において第1のスパッタリングを行う。

【0022】そして、次の第2のスパッタリングプロセスに移行する前に、予め補助ブロックの温度を、第2のスパッタリングにおける基板温度に調整しておき、第1のスパッタリングプロセスが終了した後に、補助ブロックを前記駆動機構を用いて前記基板ホルダーに接触させる。温度調整後は、再び両者を離間させて、第2のスパッタリングプロセスを行う。従って、異なる温度で行う連続したスパッタリングプロセスを迅速に行うことができる。

【0023】請求項2記載のスパッタリング装置においては、請求項1記載のスパッタリング装置において、前

記補助ブロックと前記基板ホルダーとを接触させた際には、該補助ブロックは、該基板ホルダーを囲むように該基板ホルダーを収納するとともに、前記補助ブロックには、前記基板ホルダーが離開する方向に開口部が形成されており、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとが離開した際には、前記基板ホルダーは、前記ターゲットと対向して位置し、スパッタリング可能となることを特徴とする。

【0024】このようなスパッタリング装置においては、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとを接触させた状態においては、前記補助ブロックが前記基板ホルダーを囲むように収納されるので、熱伝達がスムーズに行われる。前記補助ブロックには、前記基板ホルダーが離開する方向に開口部が形成されており、両者は容易に接触・離開が可能となる。また、両者を離開させた状態においては、前記半導体基板と前記ターゲットとが接近し、該半導体基板の表面にスパッタリングが可能となるとともに、前記補助ブロックと前記基板ホルダーとは離開するので、該補助ブロックによる熱伝達の影響を受けにくくなる。

【0025】さらに、該補助ブロックは常に、前記ターゲットとは離開しているので、前記ターゲットは、前記補助ブロックからの熱伝達の影響を受けにくい。従って、スパッタリング中に該補助ブロックの温度変化による、スパッタ膜の膜質の変化等が起こりにくい。前記基板ホルダーの往復運動のみでプロセスの切り替えが可能となる。上記加熱・冷却機構を含めたスパッタ装置全体としてのスペース効率が良い。

【0026】請求項3記載のスパッタリング装置においては、請求項1または2記載のスパッタリング装置において、前記補助ブロックには、該補助ブロックの熱を、ガスを熱媒体として前記基板ホルダーに伝えるガス伝熱機構が備えられていることを特徴とする。

【0027】このようなスパッタリング装置においては、前記基板ホルダーと前記補助ブロックとを接触させた状態において、前記補助ブロックから前記基板ホルダーへ、加熱ガスをその熱伝達を行う。従って、前記補助ブロックの熱が、速やかに前記基板ホルダーに伝達され、該基板ホルダーを第2のスパッタリングプロセスの温度に迅速に変化させることができる。

【0028】請求項4記載のスパッタリング装置においては、請求項2または3記載のスパッタリング装置において、該スパッタリング装置内には、前記開口部を閉閉自在に閉塞する第2の補助ブロックが設けられており、該第2の補助ブロックには、該第2の補助ブロックを加熱・冷却するための、第3の加熱・冷却機構と、該第2の補助ブロックの熱を、ガスを熱媒体として前記基板ホルダーに伝える第2の伝熱機構と、が備えられていることを特徴とする。

【0029】上記のスパッタリング装置においては、第

2の補助ブロック自体の加熱・冷却機構により、熱伝達がよりスムーズになる。さらに、前記第2の補助ブロックにより前記開口部が閉塞されることにより、基板ホルダーからの熱放出が防止されて熱伝達効率が向上する。その上、前記第2の補助ブロックが、前記基板ホルダーを収納した状態において、前記第1の補助ブロックと前記閉空間を形成するため、加熱ガスを流すことにより、該閉空間内の圧力が上昇し、伝熱効率が向上する。また、第2の補助ブロックは、前記開口部を開閉自在にするように設けられているため、前記基板ホルダーと前記第1の補助ブロックの離開及び接触を妨げない。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面に基いて説明する。図1及び図2は、本発明の第1の実施の形態を示す図であり、符号Aはスパッタリング装置である。

【0031】このスパッタリング装置Aは、図1に示すように、スパッタリング室51と搬送室53とをゲートバルブ55で仕切られている。スパッタリング室51内には、半導体基板57を保持する基板ホルダー61とし、この基板ホルダー61に保持された半導体基板57に対して配置され、A⁺プラズマイオンの衝突により原子或いは分子を放出するターゲット63とが収納され、通常は真空状態に保持されている。

【0032】上記の基板ホルダー61には、この基板ホルダー61に保持された半導体基板57の温度を調節するための、第1の加熱・冷却機構65が設けられている。この第1の加熱・冷却機構65は、ヒーター67と、冷却水を通す冷却水配管71と、加熱用のガスを導入するための加熱用ガス配管73と、基板ホルダー61の温度をセンシングするための熱電対75と、から構成されている。加熱用ガス配管73は図1に示すように、その先端側において、複数のガス管73a、73b、…に枝分かれしており、半導体基板57の全面を均一性良く加熱することができるようになっている。

【0033】また、基板ホルダー61の下方には、この基板ホルダー61を加熱・冷却するための第2の加熱・冷却機構77を内蔵した補助ブロック81が基板ホルダー61を囲むように設けられている。

【0034】この補助ブロック81にも、加熱・冷却機構77として、ヒーター83、冷却水配管85、加熱用ガス配管87及び熱電対89が設けられている。この加熱用ガス配管87（ガス管73と同様に、複数のガス管87a、87b、…に枝分かれしている）は、補助ブロック81の熱を、ガスを熱媒体として基板ホルダー61に伝えるガス伝熱機構の役割を果たす。さらに、補助ブロック81の上方には開口部93が設けられており、基板ホルダー61には、上下駆動エアシリンダ95に連結されている。

【0035】次に、上記の構成をもつスパッタリング装

置Aの作用について説明する。まず、加熱シーケンスについて図1及び図2を用いて説明する。第1の加熱・冷却機構65により基板ホルダー61が温度設定された後、第1のプロセス条件でスパッタリングする。その最中に、次の第2のプロセス条件を選択し、加熱条件を変更することを装置の制御部(図示せず)に認識させる。

【0036】装置の制御部は、基板ホルダー61を加熱するか或いは冷却するかを判断する。そして、補助ブロック81を目的の温度まで加熱或いは冷却する。この際、発明所ブロック81に内蔵された熱電対89でモニターしておく。この場合の目的温度は、第2のプロセス条件の設定温度よりも、加熱の場合には高く、冷却の場合には低い温度にする。これは、設定温度への到達時間をできるだけ短くするためである。

【0037】第1のプロセスが終了したら、基板ホルダー61を、上下駆動エアシリンダ95で下げて、補助ブロック81の上に設けられた開口部93から、補助ブロック81内に入れてお互いを接触させる。その後、補助ブロック81の熱を、接触による熱伝導とともに、加熱用ガスとしてArを熱媒体として、ガスの熱伝導によりホルダー61に熱伝達する。

【0038】基板ホルダー61に内蔵された熱電対75によりホルダー61の温度を測定しておき、設定温度に到達した場合に、基板ホルダー61をターゲット63に対向する位置まで、上下駆動エアシリンダ95を用いて上昇させる。そして、ホルダー61と補助ブロック81とを離間させるとともに、ホルダー61をスパッタリング可能な位置へと移動させる。

【0039】この場合には、基板ホルダー61は補助ブロック81と離間しており、スパッタリング中に補助ブロック81の熱伝達の影響を受けることはない。そして、基板ホルダー61を第1の加熱・冷却機構により第2のプロセスの温度条件で安定させた後に、第2のプロセスを開始する。さらに、この第2のプロセス中に、上記と同様に第3の設定温度に補助ブロック81の温度を予め設定しておく。

【0040】尚、上記加熱用ガスとしては、スパッタ用ガスと同じ種類のガスが望ましい。本実施の形態においては、スパッタ用ガスとしてArガスをを用いており、それとの対応で、加熱用ガスとしてもArガスをを用いている。また、スパッタリング室51は、通常、真空状態に保たれているが、上記熱伝達のためのArガスがスパッタリング室中に若干漏れだしても、スパッタ用のArガスと同じガスであるため、バックグラウンドを悪化させたりしてスパッタ膜の膜質が悪化することはない。さらに、図示はしないが、基板ホルダー61と補助ブロック81とが接触した時点において、補助ブロック81の加熱用ガス間93a、93a、…が、基板ホルダー61の加熱用ガス間73a、73a、…と連結されるようにしておけば、さらに補助ブロック81の熱は基板ホルダー

61に伝わりやすくなる。

【0041】次に本発明の第2の実施の形態について説明する。図3に示すスパッタリング装置Aは、概略、図1のスパッタリング装置と同様である。ここで、図1と同一部分については、同一符号を付してその説明を省略する。このスパッタリング装置Aが、図1に示すスパッタリング装置と異なる点は、スパッタリング装置A内に設けられた第1の補助ブロック81上には、開口部93を閉閉自在に閉塞する第2の補助ブロック101が設けられている点である。

【0042】さらに、この第2の補助ブロック101には、第2の補助ブロック101を加熱・冷却するため、第3の加熱・冷却機構105としてヒーター107と冷却水用配管111と加熱ガス用配管113とが設けられている。また、加熱用ガス配管113はその先端において、図に示すように、複数のガス管113a、113a、…に枝分かれしている。この第2の補助ブロック101は、上記スパッタリング装置Aのスパッタリング室51に、回転機構115により回転自在に固定されている。

【0043】このような構成をもつスパッタリング装置においては、基板ホルダー61が、上下駆動エアシリンダ95で下降し、第1の補助ブロック81内に収納された状態で、第2の補助ブロック101が、回転機構115により、第1の補助ブロック81の開口部93を閉塞する。ここで、上記第2の補助ブロック101は、回転機構115によりホルダー加熱・冷却位置とスパッタリング逃げ位置の両者を持つ。そして、第2の補助ブロック101が、ホルダー加熱・冷却位置にある場合には、開口部93を閉塞して、閉空間121を形成する。

【0044】補助ブロック81及び101は、それぞれ前述の加熱・冷却機構を備えており、基板ホルダー61を収納し、開口部93を閉塞した状態においては、第1の実施の形態における加熱用のArガスによる熱伝達が生じるとともに、その閉空間121の圧力は、加熱用Arガスに流入によってスパッタリング室内の空間よりも圧力が高くなっている。そのため、補助ブロック81及び補助ブロック101からの熱伝達の効率が高められる。さらに、この状態において、第2の補助ブロック101が、開口部93を閉塞するため、加熱用Arガスが閉空間121外(スパッタリング室内)に漏れ出すのを防ぐ役割も果たす。

【0045】尚、基板ホルダー61を上方に移動させてスパッタリングを行う際には、第2の補助ブロックを回転機構により回転させて開口部93を開けてから、基板ホルダー61の上下移動を行うようにする。この際、Arガスが漏れるが、スパッタリングガスと同じガスであるため、スパッタリングプロセスに悪影響を与えることはない。




【0046】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載のスパッタリング装置においては、加熱・冷却機構を内蔵した基板ホルダーがあるため、半導体基板自体の温度を安定に保つことが可能となる。また、基板ホルダーの温度設定を補助するための、補助ブロックが設けられているため、迅速に次のスパッタリングプロセスへの温度変更が可能となる。さらに、この補助ブロックと基板ホルダーとが接触・離間可能なため、異なる温度で行う複数の連続したスパッタリングプロセスを、迅速に行うことが可能となる。

て熱伝達効率が向上するとともに、形成された閉空間のガス圧が高くなるため、より一層、熱伝達が良くなる。従って、良好な操作性を保持しつつ、基板ホルダーへの熱伝達の効率を向上させることが可能となる。

A…スパッタリング装置、51…スパッタリング室、53…搬送室、55…ゲートバルブ、57…半導体基板
61…基板ホルダー、63…ターゲット、65、67…第1の加熱・冷却機構、67…ヒーター、71…冷却水配管、73…加熱用ガス配管、75…熱電対、77…第2の加熱・冷却機構、81…補助配管、87…第3の加熱・冷却機構、93…開口部、95…上下駆動エアシリンダ、101…第2の回転ブロッ、105…第3の加熱・冷却機構、115…回転機構

【圖2】

順序	1	2	3
状態	1、第1プロセス中	2、ホルダー塗熱・冷却中	3、第2プロセス中
側面図			

【図 1】

